



㉓ Anmelder:  
Lotze, Erwin, 4787 Geseke, DE

㉔ Vertreter:  
Hanewinkel, L., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 4790  
Paderborn

㉕ Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Filtervorrichtung mit magnetisch aktivierbarem Filtermaterial**

Filtervorrichtung, bei der auf einem grobporigen Filterträger (3) ferromagnetische Partikel als feinporige Filterschicht (4) durch das Magnetfeld eines Magneten (5) steuerbar austauschbar gehalten ist. Die Partikel des Filtermaterials sind vorzugsweise mit einem Schutzmantel mikroverkapselt. Das Filtermaterial läßt sich in einer Reinigungsvorrichtung (WV) wiederaufbereiten. Die Filtervorrichtung läßt sich für Reversosmose zur Wasseraufbereitung verwenden.

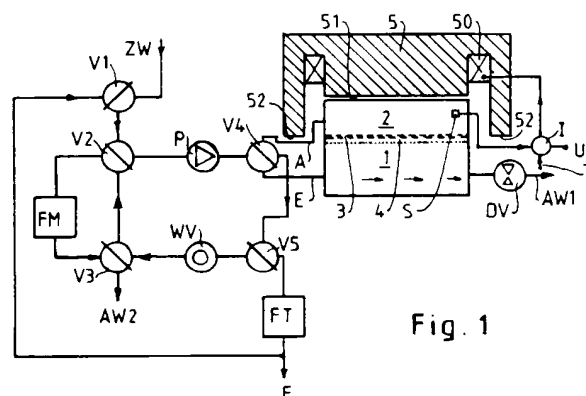


Fig. 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Filtervorrichtung mit einer Zulauf- und einer Ablaufkammer und einem dazwischen angeordneten, relativ grobporigen Filterträger, auf dem ein relativ feinporiges Filtermaterial angeordnet ist.

Filtervorrichtungen dieser Art sind allgemein bekannt, und sie haben den Nachteil, daß das feinporige Filtermaterial nach kurzem Gebrauch verstopft ist, wodurch die Filterleistung nachläßt, so daß das Filtermaterial gegen neues ausgetauscht werden muß. Insbesondere, wenn teure Filtermaterialien, die besonders widerstandsfähig sind bei hohen Drücken und/oder zur Filtrierung von aggressiven Medien benutzt werden oder die sehr feinporig sind und zur Reversosmose genutzt werden, zum Einsatz kommen, ist durch den erforderlichen häufigen Materialwechsel der Filterbetrieb recht teuer. Es ist deshalb gebräuchlich, zur Einschränkung und Verzögerung der Filterverstopfung eine Querbestromung des Filtermaterials in der Einlaufkammer vorzunehmen und das sich vor dem Filtermaterial bildende Konzentrat abzuführen. Die Filtereigenschaften, insbesondere die Porengröße und die Druckbeständigkeit sind im wesentlichen durch das feinporige Filtermaterial, das gewöhnlich als Filtervlies, als Sintermaterial oder als Membran ausgebildet ist, jeweils für bestimmte Anwendungen festgelegt.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Filtervorrichtung und ein Filtermaterial zu offenbaren, das in der Filtervorrichtung steuerbar unterschiedliche Filtereigenschaften aufweist und während des Gebrauchs oder nach einem Gebrauch regenerierbar ist.

Die Lösung der Aufgabe besteht darin, daß das feinporige Filtermaterial aus einer Schicht ferromagnetischer Partikel besteht, die durch ein steuerbares Magnetfeld auf dem Filterträger in situ aufgebracht und untereinander lösbar gehalten sind.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Als ferromagnetische Partikel können je nach der Art des zu filtrierenden Mediums und dessen auszufilternden Stoffe preisgünstige Ferritkristalle oder Eisen- oder Eisenlegierungspartikel unmittelbar verwandt werden, falls diese nämlich nicht von dem Medium angegriffen werden, oder es können vorteilhaft mit inerten Materialien ummantelte Partikel benutzt werden. Die Ummantelung kann z. B. aus einem weitgehend beständigen Kunststoff wie Tetrafluorethylen oder einer Glasschicht bestehen, die mit einem bekannten Mikroverkapselungsverfahren auf die Ferritkristalle oder Eisenteilchen aufgebracht ist. Die ummantelten Partikel lassen sich insbesondere für eine Trinkwasserfilterung oder eine Reversosmose verwenden, da im Trinkwasser ein niedriger Eisengehalt bevorzugt ist.

Die Filtereigenschaften sind einerseits durch die Partikelgröße und weiterhin durch deren Schichtdicke zu bestimmen und leicht zu variieren. Darüberhinaus lassen sich Partikel unterschiedlicher Oberflächenstruktur und unterschiedlicher Form einzeln oder in geeigneten Mischungen oder Schichtungen bedarfsweise in einfacher Weise zusammensetzen. Es lassen sich auch Partikel aus nicht-ferromagnetischem Material beim Aufbau der Filterschicht in diese einlagern.

Weiterhin lassen sich die Filtereigenschaften vorteilhaft durch die Stärke des Magnetfelds während des Aufbringens des Filtermaterials und während des Filterbetriebs beeinflussen.

Besonders vorteilhaft ist es, daß durch eine periodische Variation des Magnetfeldes die veränderlichen magnetischen Bindekräfte in Wechselwirkung mit der Strömungskraft des flüssigen Mediums eine Vibration der Partikel bewirken, durch die eine Einlagerung des Filterschlammes und ein Verstopfen der Filterporen zu verhindern ist. Auf diese Weise bleibt bei einem Querstrombetrieb, durch den das Konzentrat beseitigt wird, das Filter fast unbegrenzt konstant durchlässig. Hierdurch werden völlig neue Anwendungsgebiete der Brauchwasserregenerierung, der Meerwasserentsalzung zur Bewässerung und der Trinkwassergewinnung erschlossen.

Statt für einen Querstrombetrieb läßt sich die Filtervorrichtung auch für einen periodischen Betrieb ausgestalten, wobei gebrauchtes Filtermaterial nach Abschaltung des Magnetfelds aus dem Filterträger völlig ausgespült wird und die ferromagnetischen Partikel dann durch das erneut eingeschaltete Magnetfeld wieder in situ zu einer Filterschicht zusammengelagert werden, worauf das zurückbleibende Konzentrat abgeführt wird, bevor der Filtervorgang wieder weitergeführt wird.

Das ausgespülte Filtermaterial läßt sich auch bei besonders festhaftender Filterkontaminierung in eine gesonderte Wasch- und Reinigungsvorrichtung abpumpen, von wo es nach einer mechanischen und/oder chemischen Reinigung einer späteren Wiederverwendung zuzuführen ist.

Das steuerbare Magnetfeld läßt sich sowohl durch einen relativ zur Filtrierschicht verschieblich gelagerten Permanentmagneten oder bevorzugt durch mindestens einen elektrisch steuerbaren Elektromagneten erzeugen. Die Wicklung des Elektromagneten läßt sich als Zylinderspule außerhalb der Filterkammern anordnen, oder sie kann in diesen, insbesondere in dem Filterträger selbst, eingelagert sein. Die Bestromung kann mit Gleichstrom oder mit üblichem Netz-Wechselstrom erfolgen, da die Mobilität der feinen Magnetpartikel in dem flüssigen Medium relativ gering ist, so daß die kurzen Unterbrechungen eines netzfrequenten Stromes nicht stören.

Eine beispielhafte Ausgestaltung ist in Fig. 1 dargestellt, wo eine z. B. zylindrische Anordnung gezeigt ist, die axial durchströmt ist. Prinzipiell ist die Anordnung in fachmännischer Weise auf andere geometrische Formen, z. B. ein radial durchströmtes Filter, umzugestalten.

Fig. 1 zeigt eine Filtervorrichtung, schematisch im Schnitt.

Fig. 2 zeigt eine weitere Filtervorrichtung schematisch.

Die Vorrichtung nach Fig. 1 besteht aus einer Zulaufkammer (1) und einer Ablaufkammer (2) zwischen denen ein grobporiger Filterträger (3) angeordnet ist, auf dem sich auf der Zustromseite eine feinporige Filterschicht (4) befindet, die aus ferromagnetischen Partikeln besteht. Abstromseitig des Filterträgers (3) ist ein Elektromagnet (5) angeordnet, der eine Magnetisierungswicklung (50) trägt. Der eine Magnetpol (51) erstreckt sich über die

gesamte Filterfläche und zwar abstromseitig des Filterträgers (3), und der zweite Magnetpol (52) liegt seitlich der Filterkammern (1, 2), so daß im zustromseitigen Filterträgerbereich zu dem Filterträger (3) hin ein hoher Magnetfeldgradient vorliegt, also in der Zulaufkammer (1) ein zum Filterträger (3) hin zunehmendes Magnetfeld besteht, das dort eingebrachte Magnetpartikel dorthin zieht und dort als die Filterschicht (4) festhält.

Zur Inbetriebnahme der Vorrichtung wird das Filtermaterial in die Zulaufkammer (1) eingeschwämmt, und dann wird es durch das eingeschaltete Magnetfeld als Filtrierschicht (4) angezogen und zusammengelagert, wonach das zu filternde Medium, z. B. Zuwasser (ZW), mit einer Pumpe (P) durch das Filter (1, 2, 3, 4) gepumpt wird, so daß das Filtrat (F) in einen Filtrattank (FT) und zum Gebrauch aus der Ablaufkammer (2) abzuleiten ist.

Die Vorrichtung läßt sich im Querstrombetrieb betreiben, wenn ein den Filterdruck haltendes Dosierventil (DV) gegenüberliegend zum Einlauf (E) der Zulaufkammer (1) querstrommäßig zum Filter (3, 4) angeordnet ist. Aus dem druckhaltenden Dosierventil (DV) tritt das Konzentrat (AW1) aus, und es ist von dort abzuführen.

Für einen periodischen Betrieb der Vorrichtung und eine vorteilhafte Wiederaufbereitung des Filtermaterials ist diese Vorrichtung mit umsteuerbaren Mehrwegventilen (V1—V5) zu- und ablaufseitig ausgestattet.

In einer bevorzugten Ausgestaltung sind einlaufseitig von der Pumpe (P) vier verschiedene Zulaufmöglichkeiten durch die Ventile (V1—V3) zu schalten, nämlich von ungefiltertem Wasser (ZW), von frischem Filtermaterial aus einem Filtermaterialtank (FM), von bereits gebrauchtem, wiederaufbereitetem Filtermaterial aus einer Waschkammer (WV) oder von gefiltertem Wasser aus dem Filtrattank (FT). Außerdem läßt sich das wiederaufbereitete Filtermaterial in den Filtermaterialtank (FM) zurückführen.

Druckseitig der Pumpe (P) ist über das Ventil (V4) entweder im Filterbetrieb die Zulaufkammer (1) oder im Reinigungsbetrieb die Ablaufkammer (2) angeschlossen. Im Reinigungsbetrieb wird die Filtervorrichtung (1, 2, 3, 4) bei abgeschaltetem Magnetfeld invers betrieben und das freiwerdende Filtermaterial und das beim Filtern vorher zurückgehaltene Konzentrat durch die entsprechend geschalteten Ventile (V4, V5) in die Waschkammer (WV) geleitet, von wo ausgangseitig das belastete Abwasser (AW2) abgeführt wird.

Die Ventile (V1—V5) sind in der Filterbetriebsstellung dargestellt.

Es sind folgende Ventilschaltungen vorgesehen:

Filtermaterial zuführen:

FM — V3 — V2 — P — V4 — 1.

Filtrieren:

ZW — V1 — V2 — P — V4 — 1 — 4 — 3 — 2 — V4 — V5 — FT, F.

Reinigen:

ZW — V1 — V2 — P — V4 — 2 — 3 — 1 — V4 — V5 — WV — V3 — AW2.

Spülen und Filtermaterial zurückführen:

FT — V1 — V2 — P — V4 — 2 — 1 — V4 — V5 — WV — V3 — V2 — FM.

Weitere Schaltungsarten lassen sich fachmännisch vornehmen.

Die gezeigte Ventilanordnung läßt sich fachmännisch auf andere Anordnungen übertragen, die die gleichen oder entsprechende Wege zwischen den Komponenten steuerbar herstellen lassen.

Das Magnetfeld wird entsprechend einer jeweils geforderten Packungsdichte der Partikel in seiner Intensität gewählt. Sie wird bei einer Wasserfiltration vorzugsweise über eine Leitfähigkeitsmessung des Filtrats bestimmt, wozu der Sensor (S) dient, der die Stromquelle (I) des Magneten (5) steuert. Diese ist eingangsseitig mit einer Netzwechselspannung (U) beaufschlagt.

Das Magnetfeld wird vorzugsweise periodisch verändert, indem die Stromquelle mit einem Takt beaufschlagt ist. Dieser Takt ist für die Zeit des Filteraufbaus so gewählt, daß sich eine vorgegebene Porösität in Verbindung mit dem zugeführten ferromagnetischen Material ausbildet, und weiterhin während der Filtrierzeit so gewählt, daß die Filterschicht so vibriert, daß sich keine Kontamination an die Filterpartikel anlagert und kein zurückgehaltenes Material in das Filter einlagert.

Die Pumpe (P) ist für eine Reversosmose zweckmäßig für einen Druck von 10 bis 15 bar ausgelegt.

Fig. 2 zeigt ausschnittsweise stark vergrößert eine Anordnung der Magnetspule (50') im Filterträger (30) der aus einer engmaschigen, gitterartigen Leiteranordnung mit einer isolierenden Schutzbeschichtung, z. B. aus mehrschichtiger Emaille, besteht. Das Magnetfeld bildet sich in den Maschenöffnungen der Leiter aus, in denen sich das zuerst zugeführte Filtermaterial (4') bei vorhandenem Magnetfeld einlagert, worauf sich dann eine weitere Filterschicht (40) aufbaut. Die Dicke und die Struktur dieser Schicht ist je nach der Stromstärke und deren Frequenz sowie dem zugeführten Material ausgebildet. Die im Einzelfall geeignete Stromstärke, Frequenz und Filtermaterialmenge und Materialart ist durch Versuche fachmännisch leicht zu bestimmen.

Weitere Anwendungen sind chemisch-biologische Trennverfahren und Anreicherung von Stoffen auf der Konzentratseite.

#### Patentansprüche

1. Filtervorrichtung mit einer Zulaufkammer (1) und einer Ablaufkammer (2) und einem dazwischen angeordneten relativ grobporigen Filterträger (3, 30) auf dem ein relativ feinporiges Filtermaterial (4, 40) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das feinporige Filtermaterial (4, 40) aus einer Schicht ferromagnetischer Partikel besteht, die durch ein steuerbares Magnetfeld auf dem Filterträger (3, 30) in situ aufgebracht und untereinander lösbar gehalten sind.

2. Filtervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel aus Ferritkristallen und/oder Eisenpulver bestehen.
3. Filtervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die ferromagnetischen Partikel mit einem Schutzüberzug mikroverkapselt sind.
4. Filtervorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schutzüberzug aus Kunststoff, z. B. Polytetrafluorethylen, oder aus Glas besteht.
5. Filtervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel kugel-, knollen-, stäbchen- oder fadenförmige Gestalt haben.
6. Filtervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetfeld in der Zulaufkammer (1) eine steigende Intensität in Richtung auf den Filterträger (3, 30) hin aufweist.
7. Filtervorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetfeld von einem Magneten (5) erzeugt ist, dessen eine Polfläche (51) sich flächig abstromseitig des Filterträgers (3) erstreckt und dessen andere Polfläche (52) sich seitlich der Kammer (1, 2) befindet.
8. Filtervorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet (5) ein Elektromagnet mit einer stromdurchflossenen Spule (50) ist.
9. Filtervorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet (5) ein Dauermagnet ist.
10. Filtervorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Dauermagnet in seiner Lage relativ zum Filterträger (3) verschieblich gelagert ist.
11. Filtervorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetfeld von einer stromdurchflossenen Leiteranordnung (50') in oder auf dem Filterträger (30) erzeugt ist.
12. Filtervorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiteranordnung (50') netzförmig ist.
13. Filtervorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiteranordnung (50') ein- oder mehrfach schutzbeschichtet ist.
14. Filtervorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzbeschichtung aus Kunststoff oder Emaille besteht.
15. Filtervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zulaufkammer (1) zu einer querstrommäßigen Beaufschlagung einerseits einen Zustromanschluß (E) hat, der druckbeaufschlagt ist und andererseits mit einem, einen vorgegebenen Druck haltenden, Drosselventil (DV) verbunden ist, von dem abstromseitig ein bei einer Filtrierung laufend anfallendes Konzentrat (AW1) abzuführen ist.
16. Filtervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Filtervorrichtung (1, 2, 3, 4) eine Pumpe (P) angeordnet ist, die zuflußseitig, durch steuerbare Ventile (V1, V2, V3) gesteuert, jeweils mit einem Zufluß (ZL) eines zu filtrierenden Mediums oder mit einem Behälter mit Filtermaterial (FM) oder ggf. mit einer Filtermaterial-Reinigungsvorrichtung (WV) oder mit einem Filtrat-tank (FT) verbindbar ist.
17. Filtervorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtervorrichtung (1, 2, 3, 4) abstromseitig durch ein steuerbares Ventil (V5) entweder mit der Reinigungsvorrichtung (WV) oder mit dem Filtrat-tank (FT) und/oder einer Filtratleitung (F) gesteuert verbindbar ist.
18. Filtervorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Filterkammern (1, 2) jeweils mit einem Anschluß (E, A) an ein steuerbares Umschaltventil (V4) angeschlossen sind, dessen gesteuert wechselseitig zugeordnet verbindbaren Anschlüssen einerseits druckseitig mit der Pumpe (P) und andererseits abstromseitig angeschlossen sind.
19. Filtervorrichtung nach Anspruch 8 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (50) oder die Leiteranordnung (50') von einer steuerbaren Stromquelle (I) beaufschlagt ist.
20. Filtervorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromquelle (I) mit einer Netzwechselspannung (U) gespeist ist.
21. Filtervorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Netzwechselstrom (U) in der Stromquelle (I) gleichgerichtet ist.
22. Filtervorrichtung nach Anspruch 20 und 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromquelle (I) mit einem niederfrequenten Takt (T) gesteuert ist.
23. Filtervorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Takt (T) während einer Anlagerung des Filtermaterials am Filterträger (3) derart bestimmt ist, daß eine vorgegebene Porösität der Filterschicht (4, 40) entsteht.
24. Filtervorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Takt (T) während eines Filtrierbetriebs derart bestimmt ist, daß eine derartige Vibration der Partikel auftritt, daß eine Anlagerung der zurückzuhaltenden Stoffe an das Filtermaterial und eine Einlagerung derselben in die Filterschicht (4, 40) nicht erfolgt.
25. Filtervorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromquelle (I) eine Stromstärke des Magnetisierungsstroms abhängig von einem Meßsignal mindestens eines Sensors (S) steuert, der im Filtrat angeordnet ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

— Leerseite —

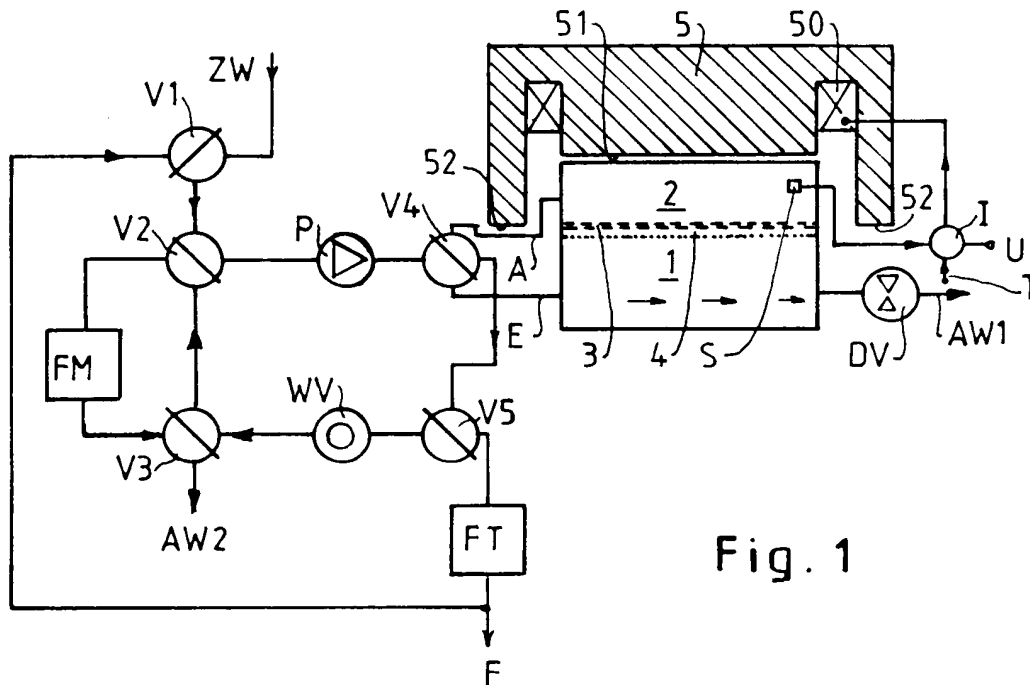


Fig. 1

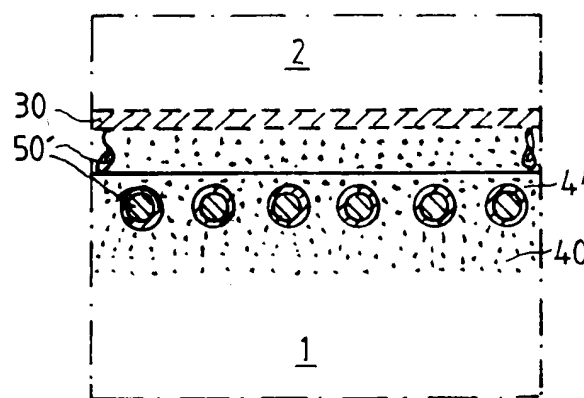


Fig. 2